

Dynamic Motion Technology – технология Динамической обработки

По материалам из блогов пользователей *Mastercam*

Александр Бортс, Юрий Суханов (ГК ЦОЛЛА)

С позиции физики

Специалисты выделяют несколько устойчивых тенденций и процессов в промышленности, которые влияют на рынок ПО для программирования обработки на станках с ЧПУ. В качестве одного из значимых трендов ряд вендоров САМ-систем видит рост потребности конечных пользователей в таких стратегиях, когда движения режущего инструмента обоснованы проведенными исследованиями, касающимися физики процесса. Эти стратегии разрабатываются вендорами с целью дать производителям возможность создавать действительно эффективные траектории, обеспечивающие высокую производительность и экономичность. В результате использования таких стратегий значительно укорачиваются циклы обработки, продлевается срок службы инструмента, улучшается качество деталей. Большинство из этих научно обоснованных стратегий обработки прекрасно подходит для труднообрабатываемых материалов.

Традиционные стратегии, предлагаемые САМ-системами, основаны на знании точной геометрической формы обрабатываемой области, к чему плюсуется одна или несколько других геометрических характеристик – например, шаг обработки. Стратегии, обоснованные с позиции физики, базируются на понимании процесса прохождения инструмента через материал. Пошаговое определение движения инструмента подразумевает рассмотрение области, из которой удаляется

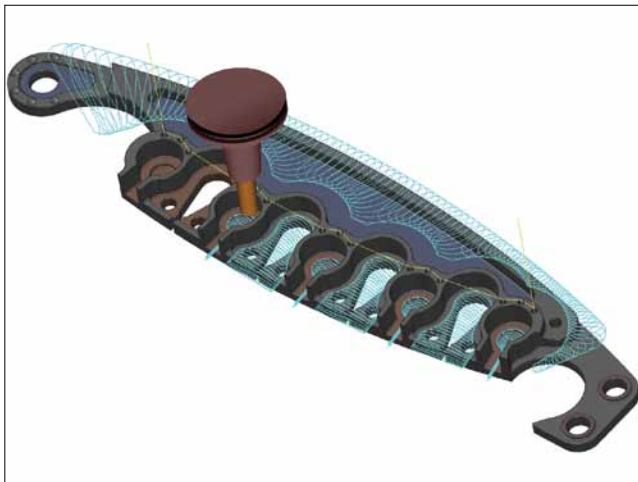


Рис. 1. Пример Динамической обработки сложной детали

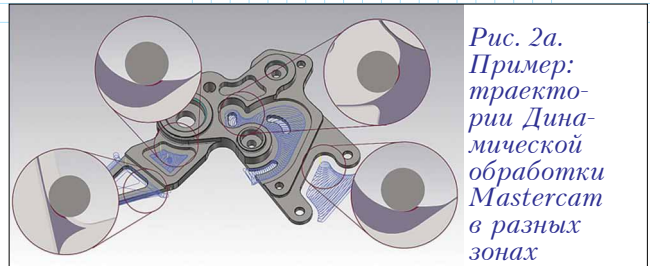


Рис. 2а. Пример: траектории Динамической обработки Mastercam в разных зонах

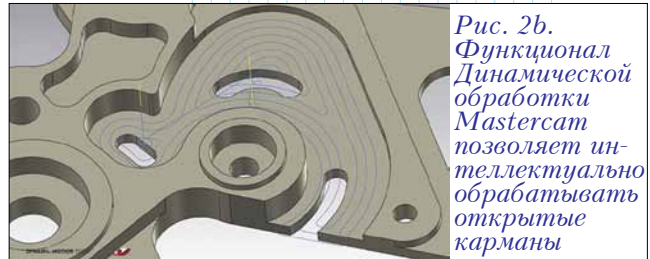


Рис. 2б. Функционал Динамической обработки Mastercam позволяет интеллектуально обрабатывать открытые карманы

материал, и изменяющихся условий удаления материала на разных стадиях обработки. В результате движение инструмента постоянно подстраивается под ситуацию: САМ-система как бы заглядывает вперед (учитывает будущую обработку) и модифицирует скорость подачи, шаг и режущие движения в соответствии с меняющимися в ходе обработки детали условиями.

В отношении конкретных аналитических критериев, которые используются для того, чтобы задавать движение инструмента, подходы вендоров САМ-систем различаются. Можно опираться на такие характеристики, определяемые физикой процесса, как, например, обеспечение постоянного значения действующей на инструмент боковой силы или же контролировать объем материала, удаляемого каждым движением. В результате формируются эффективные траектории, которые отличаются максимальным временем рабочего использования инструмента, минимумом холостого хода и “прыганья” вокруг карманов. Как правило, такие траектории складываются из непрерывных плавных перемещений – без изменения направления движения под острыми углами и без прерывистых перемещений.

В этой статье мы поговорим о том, какие преимущества современному производству может дать технология Динамической обработки (**Dynamic Motion Technology**), предлагаемая САМ-системой *Mastercam*. А чтобы понять, как это всё выражается на практике, привлечем обсуждения в блогах пользователей *Mastercam*.

Отдача от технологии Динамической обработки *Mastercam*

На протяжении вот уже более полувека исследователи, изучающие обработку материалов, имеют теоретическое обоснование феномена, известного как **RCT** (*Radial Chip Thinning* – уменьшение толщины стружки в радиальном направлении). Достигается это уменьшением шага между проходами (боковой сдвиг) – он должен быть меньше, чем 50% от диаметра фрезы. Уменьшается шаг – уменьшается и износ инструмента, при постоянном объеме снимаемого материала. При этом, поскольку шаг стал меньше, для достижения одинакового объема (и отвода губительного для инструмента тепла), необходимо увеличить подачу (рис. 3, 4).

Сегодня преимущества *RCT* можно получать практически на всём оборудовании с ЧПУ, если использовать технологию Динамической обработки *Mastercam*.

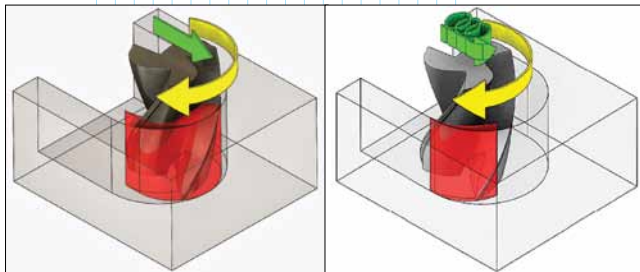


Рис. 3. Наглядное отличие двух подходов: красная зона – это теоретически снимаемая стружка при традиционной (слева) и при Динамической обработке (справа)

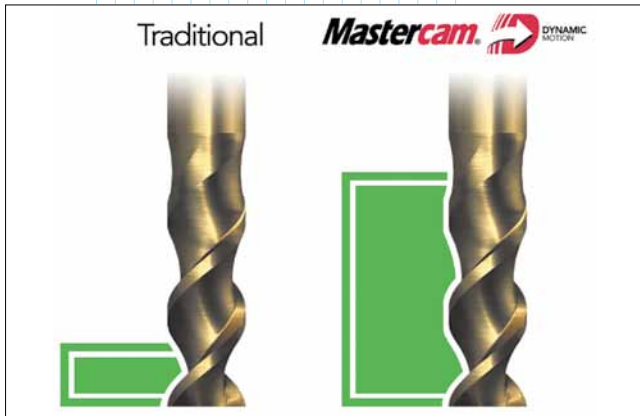


Рис. 4. Традиционный сьем материала предполагает небольшой шаг вниз (слева), а при Динамической обработке глубина увеличивается – вплоть до длины режущей части инструмента (справа)

Бонус #1: продление срока службы инструмента

Стоимость инструмента зачастую может составлять значительную часть производственных расходов – особенно когда обрабатываются непросые материалы или требования к детали очень

высоки, и работать дешевым инструментом выходит себе дороже. Использование функционала Динамической обработки *Mastercam* с постоянным объемом стружки, при условии, что параметры обработки выставлены в соответствии с рекомендациями производителей производителей инструмента, может дать существенное, в разы, продление срока жизни инструмента – вплоть до пятикратного (рис. 5). **Со временем, на сэкономленные деньги можно будет купить еще один станок. Ну, или поднять зарплату рабочим.**

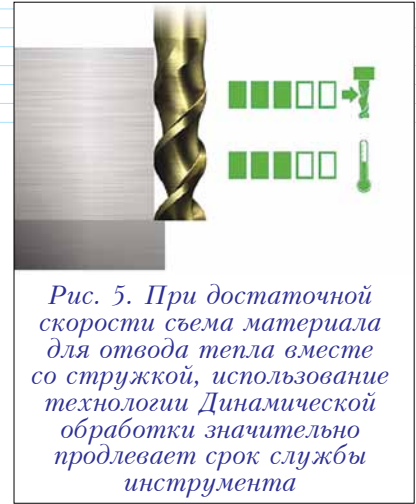


Рис. 5. При достаточной скорости сьем материала для отвода тепла вместе со стружкой, использование технологии Динамической обработки значительно продлевает срок службы инструмента

Мнение пользователей

“Наша задача – работать на максимально допустимых режимах, но без потери качества и точности. И достигаем мы это с помощью Динамической обработки *Mastercam*. Теперь мы программируем и обрабатываем намного быстрее, и инструмент держится дольше. Точность и качество поверхности стали лучше, отпали дополнительные чистовые операции. Применение данной технологии позволило в среднем вдвое уменьшить время изготовления деталей и значительно снизить расходы на инструмент! Вдобавок ко всему вышеперечисленному, нам удалось сделать еще более привлекательными для заказчиков цены на нашу работу. Очень ждем еще новинок от *Mastercam* в следующих релизах”, – *Tom Prebelich*, мастер участка обработки, ответственный за инструмент компании *Dynamic Plastics* (Честерфилд, шт. Мичиган).

А вот что считает *Erik Ellstrom*, президент компании *Five Axis Industries* из Сиятла, которая специализируется на сложной, многоосевой обработке деталей из титана и других труднообрабатываемых материалов: “Пару лет тому назад наша компания тратила на режущие инструменты более чем 150 тыс. долларов ежемесячно. Используя функционал Динамической обработки *Mastercam*, мы перепроектировали траектории обработки, и к июню 2015 года сократили свои затраты на инструмент до 35 тыс. долларов. Несмотря на то, что теперь мы делаем значительно больший объем работы, за последние 12 месяцев мы смогли сократить общие затраты на режущие инструменты более чем на 75%”.

К сожалению, в наших широтах далеко не везде так поступают, и даже думать так не принято. А жаль!

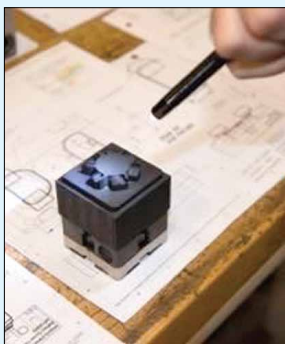
Бонус #2: сокращение машинного цикла

Примечательно, что в случае применения технологии Динамической обработки *Mastercam* рука об руку с уменьшением износа инструмента идет повышение скорости удаления материала. При небольшом шаге между проходами (боковой сдвиг), но достаточно глубоком шаге вниз, продвинутый инструмент будет работать дольше, снимая при этом достаточный объем материала для отвода тепла от инструмента и детали.

Основываясь на том, что можно выжать из станка (а это не секретная информация – достаточно заглянуть в спецификацию оборудования), можно уменьшать шаг и увеличивать подачу до достижения наилучшего баланса объема снимаемого материала и срока службы инструмента. Практически всегда результат будет лучше по сравнению с классической “агрессивной” обработкой, когда шаг больше половины диаметра инструмента, а углубление по слоям небольшое.

Мнение пользователя

“С помощью *Mastercam* производительность нашего производства взлетела до небес. Теперь я выдаю программы быстрее. Мною созданы заготовки электродов для литевых форм, и всё, что мне нужно, – это перетянуть геометрию из *SOLIDWORKS* в *Mastercam*. Далее в операциях я лишь указываю линии, поверхности и запускаю пересчет. Результат готов через минуту – так быстро я не работал никогда! А ведь раньше я тратил на это часы. В целом же, на некоторых платах наша экономия по времени составляет до 70%. На протяжении того периода, что мы используем Динамические траектории, а это последние три версии *Mastercam*, наша производительность росла по экспоненте”, – отмечает *Eddie Higginbotham*, начальник производства с ЧПУ, компания *Ash Industries* (Лафайетт, шт. Луизиана).



В компании *Ash Industries* формирование УП по импортированной геометрии происходит практически мгновенно. Технолог-программист использует всего лишь несколько проверенных высокоскоростных стратегий, подходящих для всего имеющегося в компании станочного оборудования: динамическую

черновую (*OptiRough*), черновую выступающей области (*OptiCore*) и гибридную чистовую. Система генерирует максимальные эффективные траектории с учетом формы детали, правильно обчитывая переходы между отлогими и пологими зонами

Бонус #3: быстрое программирование обработки

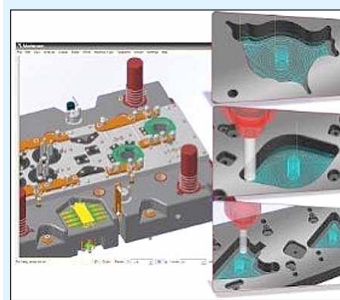
Судя по отзывам, технологи-программисты, активно использующие Динамические траектории *Mastercam*, однозначно считают, что программирование черновых операций происходит значительно быстрее. То, что раньше занимало часы, теперь можно сделать за считанные минуты. Почему так? Алгоритм Динамической обработки автоматически делает множество улучшений, касающихся перемещений инструмента, для получения сверхэффективной и ультрагладкой траектории. Это позволяет полностью избежать всверливания инструмента в материал полным диаметром и обеспечить оптимальные условия реза для детали, инструмента и станка.

Наверное, такую траекторию теоретически можно получить и вручную, но на это уйдут не часы, а дни и недели времени. Да и кто даст гарантию, что все кадры УП правильные?! Использование технологии Динамической обработки в *Mastercam* позволяет повысить производительность технологов-программистов.

Мнение пользователя

Компания *L.H. Industries Corporation*, начавшая в 1966 году как *LH Carbide* (Форт-Уэйн, шт. Индиана), – производитель штампов последовательного действия для компонентов роторов и статоров электродвигателей. Компания идет в ногу со временем, в полной мере используя технологию Динамической обработки *Mastercam*. При относительно небольшом штате сотрудников им удается обеспечивать высокое качество продукции, что не может не сказаться на итогах: увеличение количества заказчиков – это очень приятный факт.

“Пару лет тому назад мы считали очень хорошим результатом, если на подготовку комплекта деталей для штампа уходило неделя или полторы. А сейчас мы выпускаем два-три штампа в неделю, и такой результат создает нам очень хорошую репутацию среди заказчиков!” – говорит *Tom Neuschwander*, вице-президент по технологии и ИР.



В компании *L.H. Industries* технология Динамического фрезерования *Mastercam* служит для программирования обработки деталей и компонентов штампов последовательного действия. В траекториях используются мини-

маленькие шаги вбок и по максимуму вниз, а подачи и обороты подобраны так, чтобы избежать всверливания инструмента

Бонус #4: возможность точного сравнения возможностей инструмента

Производители режущего инструмента постоянно занимаются тем, что модернизируют его и всячески улучшают – чтобы быть “в тренде”, быть лучше и привлекательнее, чем конкуренты. Это правильно, так и должно быть, ведь отличный инструмент – одна из составляющих успеха в механообработке. Но, как это бывает, новое практически всегда означает и более дорогое...

Какой новый инструмент и от какого производителя нужно заказывать для выполнения обычных, рутинных и каждодневных обработок в вашем производстве? Это очень серьезный вопрос, поскольку даже для небольшого, но хорошо загруженного цеха станков с ЧПУ, его цена легко может превысить сотню тысяч долларов в месяц. Навскидку дать ответ трудно – предложений от поставщиков и их агентов очень много. Тут надо пробовать, тестировать и сравнивать, и лишь потом делать выбор. Но когда результаты обработки разным инструментом лежат перед глазами – выбор прост.

Несложно догадаться, что процесс выбора инструмента для цеха из множества предложений разумно начать с подготовки хорошей тестирующей УП, учитывающей, с одной стороны, рекомендации производителя инструмента, а с другой – лишённой “убийственных” движений, могущих привести к поломке тестируемых образцов.

Подготовка такой суперпрограммы не является проблемой для пользователей *Mastercam*, активно использующих в своём повседневном труде технологию Динамической обработки. Ведь эффективные, плавные и безопасные для инструмента траектории на высоких режимах составляют суть этой технологии.

Вывод: подготовка производства на участке ЧПУ должна быть современной, САМ-система – современной, инструмент – современным. Тогда и результат производства будет отменным – оперативным и отвечающим требованиям заказчиков.

Мнение пользователя

Компания *Douglas Fluid and Integration Technology, LLC* (Просперити, шт. Южная Каролина), основанная в 2005 году, изготавливает устройства, применяемые в исследованиях в области энергетики.



В компании *Douglas Fluid Integration and Technology* система *Mastercam* позволяет ведущему технологу *Richard Douglas* получать, с применением технологии Динамического фрезерования, высо-

точные траектории для изготовления деталей приборов для научных исследований из сверхтвёрдых материалов без необходимости специально думать о предотвращении поломки инструмента

Ведущий технолог *Richard Douglas* пишет: “Система *Mastercam* предоставляет полный контроль над траекторией фрезы без необходимости ручной доводки кода. Динамическое фрезерование позволяет мне довольно агрессивно снимать лишний материал, особо не волнуясь о том, что инструмент может сломаться. Это в точности то, что мне требуется каждый день”.

Бонус #5: снижение затрат на приобретение твердосплавного инструмента

Ни для кого не секрет, что на рынке режущего инструмента существуют разные ценовые сегменты, и стоимость обычной фрезы может отличаться от стоимости фрезы премиум-класса в несколько раз. Даже при условии, что “крутая” фреза будет работать в три-четыре раза дольше, её высокая цена всё равно вызывает негативную реакцию заказчиков. Это – просто арифметика...

Озарение наступает, когда оператор станка с ЧПУ приходит к выводу, что проблема зачастую заключается не в фрезе, а в том, как он ими режет металл. На Западе, где производственные компании в большинстве своём – это малые предприятия, расстояние от оператора станка до начальника, распоряжающегося деньгами, неизмеримо короче. Поэтому короче и путь к реальному производству, который должна преодолеть технология Динамической обработки *Mastercam*.

Мнение пользователя

“Работая по закаленным материалам, мы довольно часто сталкивались с проблемами применения фрез со сменными пластинками. Они стачивались быстрее, чем мы успевали их поменять. Режущая кромка пластинки тупится, корпус инструмента нагревается и, как следствие, мы теряем всю фрезу. Динамическое фрезерование мы сначала использовали просто для проверки – насколько хороша будет траектория, и насколько дольше будет работать инструмент. Первое, что нас поразило, – это холодная деталь после обработки, второе – холодная фреза! И это однозначно превзошло все наши ожидания!” – восхищается *Robert Fackelman*, технолог-программист компании *Accede Mold & Tool* (Рочестер, шт. Нью-Йорк).



С того момента, когда компания *Accede Mold & Tool* начала применять технологию Динамического фрезерования *Mastercam*, составные части пресс-форм стали изготавливаться на 50% быстрее

(Продолжение следует)